

Bauteil einer Brennkraftmaschine und Verfahren zu dessen Herstellung

Die Erfindung betrifft ein Bauteil einer Brennkraftmaschine nach der im Oberbegriff von Anspruch 1 näher definierten Art. Des weiteren betrifft die Erfindung ein Verfahren zur Herstellung eines Bauteils einer Brennkraftmaschine.

In Bauteilen von Brennkraftmaschinen, wie beispielsweise Zylinderköpfen oder Kolben, tritt bei einer zyklischen thermischen Belastung häufig das Problem auf, dass durch eine Behinderung der thermischen Ausdehnung von höher belasteten Bereichen in diesen Bereichen so hohe induzierte mechanische Spannungen auftreten, dass in diesen Bereichen aufgrund der starken Plastifizierung und der damit einhergehenden Materialermüdung eine Rissbildung auftritt. Diese Behinderung der thermischen Ausdehnung kommt dadurch zustande, dass das thermisch höher belastete Material dazu tendiert, sich stärker auszudehnen als das thermisch weniger stark belastete Material. Da sich die thermisch höher belasteten Bereiche meist in der Mitte des Bauteils befinden, ist eine solche Ausdehnung nach außen nicht möglich und es kommt zu den genannten Spannungen, insbesondere zu Druckspannungen, die sich beim Abkühlprozess in Zugspannungen umwandeln, die die Materialfestigkeit überschreiten können.

Bei aus dem allgemeinen Stand der Technik bekannten Lösungen wird versucht, über eine Verbesserung der Gießtechnik und eine nachfolgende Wärmebehandlung ein möglichst feines und sta-

biles Gefüge einzustellen. Diese Maßnahmen wirken sich jedoch jeweils auf das gesamte Bauteil aus, so dass die oben angesprochenen Probleme durch diese Maßnahmen nicht beseitigt werden können.

Es ist daher Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Bauteil einer Brennkraftmaschine und ein Verfahren zu dessen Herstellung zu schaffen, bei welchen auch bei unterschiedlich hohen thermischen Belastungen über verschiedene Bereiche des Bauteils die aus dem Stand der Technik bekannten Probleme bezüglich des Versagens der Bauteile vermieden werden.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe durch die in Anspruch 1 genannten Merkmale gelöst.

Erfindungsgemäß weist der thermisch höher belastete Bereich des Bauteils einen geringeren Wärmeausdehnungskoeffizienten als der thermisch weniger belastete Bereich auf, was dazu führt, dass sich das gesamte Bauteil bei einer Temperaturerhöhung gleichmäßig ausdehnen kann. Dadurch, dass sich sämtliche Bereiche des erfindungsgemäßen Bauteils gleichmäßig ausdehnen, kommt es zu keiner Dehnungsbehinderung und somit zu keinem Eintreten in den plastischen Verformungsbereich, so dass bei einer Erwärmung mit anschließender Abkühlung im wesentlichen keine bzw. nur sehr geringe Spannungen in dem Bauteil entstehen, wodurch letztendlich die ansonsten vorhandene Gefahr der Rissbildung aufgrund des Überschreitens der zulässigen Spannungen nicht gegeben ist.

Durch die erfindungsgemäße Adaptierung des thermischen Ausdehnungskoeffizienten an die thermischen Gegebenheiten innerhalb des Bauteils kann somit das Eintreten einer Materialermüdung und/oder einer Rissbildung zu einem späteren Zeitpunkt bzw. zu höheren Belastungen verschoben werden, so dass das erfindungsgemäße Bauteil bei Brennkraftmaschinen mit höheren Leistungen und/oder einer verlängerten Lebensdauer eingesetzt werden kann.

Ein Verfahren zur Herstellung eines erfindungsgemäßen Bauteils ergibt sich aus den Merkmalen von Anspruch 9.

Dabei wird das Grundmaterial des Bauteils aufgeschmolzen und es wird ein Zusatzmaterial hinzugefügt, welches zu dem veränderten Wärmeausdehnungskoeffizienten in dem thermisch höher belasteten Bereich führt. Diese Vorgehensweise ermöglicht eine besonders genaue Kontrolle der Legierungszusammensetzung in dem thermisch höher belasteten Bereich.

Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen angegeben. Nachfolgend ist ein Ausführungsbeispiel der Erfindung anhand der Zeichnung prinzipmäßig beschrieben.

Dabei zeigen:

Fig. 1 eine Ansicht eines erfindungsgemäßen Bauteils in einem ersten Zustand;

Fig. 2 einen Schnitt durch einen Stegbereich des Zylinderkopfes nach der Linie II-II aus Fig. 1 in einem ersten Zustand;

Fig. 3 den Stegbereich des Zylinderkopfes aus Fig. 2 in einem zweiten Zustand;

Fig. 4 den Stegbereich des Zylinderkopfes aus Fig. 2 in einem dritten Zustand; und

Fig. 5 eine Ansicht des Bauteils aus Fig. 1 in einem zweiten Zustand;

Fig. 6 eine Ansicht des Bauteils aus Fig. 1 in einem dritten Zustand;

Fig. 7 eine Ansicht eines Bauteils gemäß dem Stand der Technik in einem ersten Zustand;

Fig. 8 eine Ansicht des Bauteils aus Fig. 7 in einem zweiten Zustand; und

Fig. 9 eine Ansicht des Bauteils aus Fig. 7 in einem dritten Zustand.

Die Figuren 7, 8 und 9 zeigen ein Bauteil 1 einer in ihrer Gesamtheit nicht dargestellten Brennkraftmaschine, wie es aus dem Stand der Technik bekannt ist. Bei dem Bauteil 1 handelt es sich im vorliegenden Fall um einen Zylinderkopf 1a, wobei die Figuren 1, 5 und 6 eine Ansicht auf eine Trennfläche 2 des Zylinderkopfes 1a zeigen. Statt um den Zylinderkopf 1a könnte es sich bei dem Bauteil 1 auch um einen Kolben oder um ein anderes, thermisch sehr stark belastetes Bauteil einer Brennkraftmaschine handeln.

Der Zylinderkopf 1a weist mehrere Ventilbohrungen 3 auf, zwischen denen sich ein thermisch höher belasteter Bereich 4 befindet, der im vorliegenden Fall als Stegbereich 4a bezeichnet wird. Dieser Stegbereich 4a ist während des Betriebs der Brennkraftmaschine thermisch höher belastet als der Rest des Bauteils 1 bzw. als ein anderer Bereich 5 des Bauteils 1. Da die zu dem Zylinderkopf 1a gehörende Brennkraftmaschine drei bzw. sechs Zylinder aufweist, sind insgesamt drei Stegbereiche 4a vorgesehen. Die Stegbereiche 4a sind, da für jeden Zylinder vier Ventilbohrungen 3 vorgesehen sind, im wesentlichen kreuzförmig ausgebildet. Wenn pro Zylinder lediglich zwei Ventilbohrungen 3 vorgesehen wären, könnten die Stegbereiche 2a auch linienförmig ausgebildet sein. Im Falle eines Kolbens wäre der thermisch höher belasteter Bereich 4 vorzugsweise die Kolbenmulde. Selbstverständlich kann die Anzahl der Zylinder der Brennkraftmaschine beliebig variieren.

Das Bauteil 1 besteht in seiner Gesamtheit aus einem einheitlichen Material, vorzugsweise aus einem Aluminiumwerkstoff, insbesondere einer Aluminium-Silizium-Legierung, und weist somit einen konstanten Wärmeausdehnungskoeffizienten α_1 auf. Die Temperatur des Bauteils 1 befindet sich in dem nicht erhitzten Zustand von Fig. 7 ebenfalls auf einem konstanten Niveau T_0 .

Fig. 8 zeigt das Bauteil 1 in seinem erhitzten Zustand. Dabei herrscht im Inneren des Bauteils 1, nämlich in dem thermisch höher belasteten Bereich 4, eine erhöhte Temperatur T_2 im Vergleich zu der niedrigeren Temperatur T_1 in dem Bereich 5. Da die Ausdehnung des thermisch höher belasteten Bereichs 4 jedoch durch die geringere Ausdehnung des Bereichs 5 behindert ist, ergibt sich eine Plastifizierung des Bereichs 4 in diesem erhitzten Zustand.

Wenn, wie in Fig. 9 dargestellt, das Bauteil 1 wieder auf die Temperatur T_0 abgekühlt wird, so führt dies zu Zugspannungen im Inneren des Bauteils 1, insbesondere in dem thermisch höher belasteten Bereich 4, was letztlich eine mittels gestrichelter Linien angedeutete Rissbildung nach sich zieht. Eine Rissbildung kann auch an einer, hier nicht dargestellten Glühstiftbohrung beziehungsweise an einer ebenfalls nicht dargestellten Injektionsbohrung erfolgen.

Die Figuren 1 bis 6 zeigen das Bauteil 1 gemäß der vorliegenden Erfindung. Um im Gegensatz zu der oben erläuterten Problematik eine gleichmäßige Ausdehnung des Bauteils 1 während des Betriebs der Brennkraftmaschine zu erreichen, weist der thermisch höher belastete Bereich 4 einen geringeren Wärmeausdehnungskoeffizienten α_2 auf als der thermisch weniger belastete Bereich 5, der auch weiterhin den Wärmeausdehnungskoeffizienten α_1 aufweist. Der unbehandelte Zustand des Bauteils 1 ist in den Figuren 1 und 2 dargestellt.

Um das Bauteil 1 herzustellen, wird der höher belastete Bereich 4 aufgeschmolzen, so dass ein Schmelzbad 6 entsteht, wie in Fig. 3 dargestellt. Dieses Aufschmelzen wird vorzugsweise mittels eines Strahlverfahrens und insbesondere mittels eines Laserstrahls 7 durchgeführt. Alternativ zum Einsatz des Laserstrahls 7 könnte auch ein Elektronenstrahl oder dergleichen eingesetzt werden. Des weiteren wäre es auch möglich, das Schmelzbad 6 mittels eines WIG-Verfahrens oder auf eine andere geeignete Art und Weise herzustellen.

In das Schmelzbad 6 wird, wie in Fig. 4 dargestellt, ein Zusatzmaterial 8 eingebracht, welches zu der beschriebenen Verringerung des Wärmeausdehnungskoeffizienten α_1 des Bauteils 1 auf den Wert α_2 des höher belasteten Bereichs 4 führt. Vorzugsweise wird als Zusatzmaterial 8 ein keramisches Material (in Form von Pulvern oder Kurzfasern ; z. B. Al_2O_3) eingesetzt. Ferner kann das Zusatzmaterial auch auf Silizium-Basis bestehen oder in Form von intermetallischen Dispersoiden bspw. auf der Basis von Al-Fe-Zr/Ce ausgestaltet sein.

Aus der Darstellung gemäß Fig. 5 ist erkennbar, dass während des Betriebs der Brennkraftmaschine, also bei einer entsprechenden Erhitzung des Bauteils 1, über die beiden Bereiche 4 und 5 trotz der erhöhten Temperatur T_2 des thermisch höher belasteten Bereichs 4 eine gleichmäßige Ausdehnung gegeben ist, da sich das Material des thermisch höher belasteten Bereichs 4 weniger stark ausdehnt als das Material des thermisch weniger stark belasteten Bereichs 5 und somit von diesem bei seiner Ausdehnung nicht behindert wird.

Fig. 6 zeigt schließlich den Zustand nach dem Abkühlen des Bauteils 1 und es ist erkennbar, dass keinerlei Rissbildung zu verzeichnen ist.

Patentansprüche

1. Bauteil einer Brennkraftmaschine, welches wenigstens einen Bereich aufweist, welcher während des Betriebs der Brennkraftmaschine thermisch höher belastet ist als ein anderer Bereich,
dadurch gekennzeichnet,
dass der thermisch höher belastete Bereich (4) einen geringeren Wärmeausdehnungskoeffizienten (α_2) aufweist als der thermisch weniger belastete Bereich (5).
2. Bauteil nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
der thermisch höher belastete Bereich (4) eine gegenüber dem thermisch weniger belasteten Bereich (5) eine veränderte Legierungszusammensetzung aufweist.
3. Bauteil nach Anspruch 2,
dadurch gekennzeichnet,
der thermisch höher belastete Bereich (4) ein keramisches Material oder eine intermetallische Verbindung aufweist.
4. Bauteil nach Anspruch 1, 2 oder 3,
dadurch gekennzeichnet,
dass es aus einem Aluminiumwerkstoff besteht.
5. Bauteil nach einem der Ansprüche 1 bis 4,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Bauteil ein Zylinderkopf (1a) ist.

6. Bauteil nach Anspruch 5,
dadurch gekennzeichnet,
dass der thermisch höher belastete Bereich (4) ein sich
zwischen jeweiligen Ventilbohrungen (3) befindlicher
Stegbereich (4a) ist.
7. Bauteil nach einem der Ansprüche 1 bis 4,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Bauteil (1) ein Kolben ist.
8. Bauteil nach Anspruch 7,
dadurch gekennzeichnet,
dass der thermisch höher belastete Bereich (4) eine Kol-
benmulde und oder ein Muldenrand ist.
9. Verfahren zur Herstellung eines Bauteils einer Brenn-
kraftmaschine,
dadurch gekennzeichnet,
dass ein während des Betriebs der Brennkraftmaschine
thermisch höher belasteter Bereich (4) als ein anderer
Bereich des Bauteils (1) aufgeschmolzen wird, und dass in
ein durch das Aufschmelzen entstehendes Schmelzbad (6)
ein Zusatzmaterial (8) eingebracht wird, durch welches
der thermisch höher belastete Bereich (4) einen geringe-
ren Wärmeausdehnungskoeffizienten (α_2) erhält als der
thermisch weniger belastete Bereich (5).
10. Verfahren nach Anspruch 9,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Aufschmelzen mittels eines Strahlverfahrens
durchgeführt wird.
11. Verfahren nach Anspruch 10,
dadurch gekennzeichnet,
dass zur Durchführung des Strahlverfahrens ein Laser-
strahl (7) eingesetzt wird.

12. Verfahren nach Anspruch 9, 10 oder 11,
dadurch gekennzeichnet,
dass als Zusatzmaterial (8) ein keramisches Material verwendet wird.



